

YURIY FEDKOVYCH CHERNIVTSI NATIONAL UNIVERSITY
in cooperation with
National Academy of Sciences of Ukraine
Institute of Cybernetics NAS Ukraine
Taras Shevchenko National University of Kyiv
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Proceedings of the Eleventh International Conference on

**«INFORMATICS AND COMPUTER
TECHNICS PROBLEMS»**

(PICT – 2022)

10 – 13 November, 2022, Chernivtsi, UKRAINE

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»
(ПІКТ – 2022)**

Праці XI-ї Міжнародної науково-практичної конференції

**ЧЕРНІВЦІ
10 – 13 ЛИСТОПАДА, 2022**

Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки: праці XI Міжнародної науково-практичної конференції (ПІКТ – 2022), м. Чернівці, 10–13 лист. 2022. Чернівці: Черн. нац. ун-т, 2022. 128 с.

Програмний комітет:

Співголови

Сергієнко І.В., проф. (Україна, Київ)
Кунцевич В.М., проф. (Україна, Київ)

Члени комітету

Ангельський О.В., проф. (Україна, Чернівці)
Анісімов А.В., проф. (Україна, Київ)
Абабій В., проф. (Молдова, Кишинів)
Азаров О.Д., проф. (Україна, Вінниця)
Байер Г., проф. (Німеччина, Цвікау)
Виклюк Я.І., проф. (Україна, Чернівці)
Володарський Є.Т., проф. (Україна, Київ)
Гаращенко Ф.Г., проф. (Україна, Київ)
Граур А., проф., (Румунія, Сучава)
Гребенник І.В., проф. (Україна, Харків)
Григорків В.С., проф. (Україна, Чернівці)
Дейбук В.Г., проф. (Україна, Чернівці)
Дивак М.П., проф. (Україна, Тернопіль)
Крістіа Д., проф., (Румунія, Ясси)
Мельник А.О., проф. (Україна, Львів)
Мохунь І.І., проф. (Україна, Чернівці)
Наконечний О.Г., проф. (Україна, Київ)
Остапов С.Е., проф. (Україна, Чернівці)
Пікієвич П., проф., (Польща, Д. Гурніча)
Петришин Р.І. проф. (Україна, Чернівці)
Поморова О.В., проф. (Україна, Хмельницький)
Савула Я.Г., проф. (Україна, Львів)
Сопронюк Ф.О., проф. (Україна, Чернівці)
Ситніков В.С., проф. (Україна, Одеса)
Станушек М., проф., (Польща, Краків)
Тарасенко В.П., проф. (Україна, Київ)
Ткач М.В., проф. (Україна, Чернівці)
Федасюк Д.В., проф. (Україна, Львів)
Хаас В., проф., (Чехія, Прага)
Харченко В.С. (Україна, Харків)
Хіромото Р., (США, Айдахо)
Чикрій А.О., проф. (Україна, Київ)
Шрайнер В., проф., (Австрія, Лінц)
Ясній П.В., проф. (Україна, Тернопіль)
Якоб Ф., проф., (Словакія, Кошіце)

Організаційний комітет:

Голова

Сопронюк Ф.О., проф.

Заступники голови

Остапов С.Е, проф.,
Дейбук В.Г., проф.,
Дрінь Я.М., проф.

Члени оргкомітету

Руснак М.А. – вчений секретар,
Баловсяк С.В.,
Валь О.Д.,
Воробець Г.І.,
Жихаревич В.В.,
Лазорик В.В.,
Малик І.В.,
Спіжавка Д.І.,
Стецько Ю.П.,
Танасюк Ю.В.,
Фратавчан В.Г.,
Яковлева І.Д.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

СОПРОНЮК Ф.О., СОПРОНЮК О.Л.	7
ВЕЙВЛЕТНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ	
DRIN' Y.M., DRIN' I.I., DRIN' R.Y.	11
THE ANALYTICAL VIEW OF SOLUTION OF THE SECOND BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE NONLINEAR EQUATION OF HEAT CONDUCTION WITH DEVIATION OF THE ARGUMENT	
ДЯКОНЕНКО Б.В., ФИЛИПЮК М.В., ОСТАПОВ С.Е.	18
КЛІТИННІ АВТОМАТИ У КРИПТОГРАФІЧНИХ ЗАСТОСУВАННЯХ	

СЕКЦІЯ

МАТЕМАТИЧНІ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ, ОПТИМІЗАЦІЇ, ТЕОРІЇ ІГОР, ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ЧУТЛИВОСТІ

БОЙЧУК М.В., ЛАЗОРИК В.В.	21
ПОБУДОВА АЛГОРИТМУ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕТЕРМІНОВАНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ МІЖГАЛУЗЕВОЇ ЕКОНОМІКИ ІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИМ ЗАПІЗНЕННЯМ	
ХОМЕНКО М. П., ВИВРОТ Т. М.	23
\mathcal{K} -КЛАСИФІКАЦІЯ ГРАФІВ	
ГОРБАЧУК В.М.	26
ПРО СТІЙКІСТЬ СЛАБКИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ОПЕРАТОРНИХ РІВНЯНЬ	
КІЧМАРЕНКО О.Д., МОРОЗ Д.В.	28
АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПРОСТОРОВОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЗОБРАЖЕНЬ	
КОЦУР М.П., МІНКОВ К.О.	30
ПОБУДОВА ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ НЕЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	
СТЕЦЬКО Ю.П.	33
ПАРАЛЕЛЬНА СХЕМА РОЗВ'ЯЗКУ МАТРИЧНОГО РІВНЯННЯ РІККАТІ	
ТИМОФІЄВА Н.К.	35
ПРО СТРУКТУРУ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЗАДАЧАХ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	

СЕКЦІЯ

ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ І ТЕОРІЯ ПРОГРАМУВАННЯ

КОМІСАРЧУК В.В., ОСТАПОВ С.Е.	38
ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ ПСЕВДОВИПАДКОВИХ БІНАРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ НА ОСНОВІ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ ТА ХАОТИЧНИХ СТРУКТУР	

СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ І КОМПОНЕНТИ

БАЛОВСЯК С.В., ГНАТЮК Ю.А., ОДАЙСЬКА Х.С.	41
АНАЛІЗ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ	
ДЯЧУК Р.Л., ПАВЛЮЧЕНКО О.С., ПРОХОРОВ П.А., ПРОХОРОВ Г.В., ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Г.	44
КЛІТИННІ АВТОМАТИВ ЯК ГЕНЕРАТОРИ ХАОСУ В КРИПТОГРАФІЧНИХ АЛГОРИТМАХ	
ПАВЛЮЧЕНКО О.С., ПРОХОРОВ П.А., ДЯЧУК Р.Л., ПРОХОРОВ Г.В., ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Г.	46
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ КРИПТОСТІЙКОСТІ СУЧАСНИХ ХЕШ-ФУНКЦІЙ	
ПАНТЯ М. С., ЛАЗОРИК В.В.	48
ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГУ ПОЖЕЖНИХ ТА ОХОРОННИХ ПРИСТРОЇВ І ТРИВОЖНОГО ОПОВІЩЕННЯ ARTON MONITORING	
ПРОХОРОВ П.А., ПАВЛЮЧЕНКО О.С., ДЯЧУК Р.Л., ГАНЖЕЛО Д.В., ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Ю.Г.	51
ОГЛЯД СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ КРИПТОГРАФІЧНИХ ХЕШ-ФУНКЦІЙ	

СЕКЦІЯ УПРАВЛІННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В СОЦІАЛЬНИХ І ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ

КОРМИШ Е.Е., КИРИЧЕНКО О.О.	54
ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД У ПРОГНОЗУВАННІ ЧАСОВИХ РЯДІВ	

СЕКЦІЯ ПРОГРЕСИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

STRUNA VADIM	59
ARTIFICIAL SUBCONSCIOUS	
BORDIAN DMITRY, TURCAN ANA, AVABII CONSTANTIN, LASCO VICTOR, FRATAVCHAN VALERIY	65
SENSOR NETWORK FOR ENVIRONMENT MONITORING	
AVABII VICTOR, SUDACEVSCHI VIORICA, BOROZAN OLESEA, FRATAVCHAN VALERIU	69
DECISION-MAKING SYSTEM BASED ON VOICE-EMOTIONAL COMANDS FOR EMERGENCY INTERVENTION	
ХОДНЕВИЧ Я.В., СТЕФАНИШИН Д.В.	74
ПРО ПІДГОТОВКУ ДАНИХ ДЛЯ КОРЕКТНОГО НАВЧАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧІ ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ШОРСТКОСТІ ШЕЗІ	
БАЛОВСЯК С.В., СТЕЦЬ С.Ю.	77
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ	
ФРАТАВЧАН В. Г., БОДНАРЮК В.М.	80
АПАРАТНА ТА ПРОГРАМНА АРХИТЕКТУРА РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ	
ГРИГОРОВИЧ Д.М., КИРИЧЕНКО О.Л.	83
АНАЛІЗ НАЙПОПУЛЯРНІШИХ ПІДХОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ	
ГРИГОРЧУК В.В.	88
ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ "ТРАНСФОРМЕРІВ" ДЛЯ ЗАДАЧ МАШИННОГО ПЕРЕКЛАДУ ЮРИДИЧНИХ ТЕКСТІВ З АНГЛІЙСЬКОЇ НА УКРАЇНСЬКУ МОВУ	

ГРИЧКА Я. В., АНТОНЮК С.В.	90
ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ВІЙСЬКОВИХ ТОВАРІВ	
ДОБРЕЦОВА О.А., РУСНАК М.А.	92
ГЕНЕРАТОР ОДНОРАЗОВИХ ЗАХИЩЕНИХ ЧАТІВ	
ІВАНЕШКІН О.І.	96
НОВА ІНФОРМАЦІЙНА SOFTWARE-ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ РОБОТИ З НЕОРІЄНТОВАНИМИ ЗМІШАНИМИ ЛІСАМИ $MF(T_i; S_j)$ У ВИРІШЕННІ ПИТАННЯ СЕЛЕКТИВНОГО ПАКУВАННЯ ЇХНЬОЇ СТРУКТУРИ	
КОЗЛОВСЬКА Д.М., ФІЛІПЧУК О.І.	99
ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ 3D-ПАНОРАМ ТА ВІРТУАЛЬНИХ ТУРІВ	
КОПКО Т.А., КИРИЧЕНКО О.О.	102
МЕТОДИ ПОШУКУ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ	
КУЛЕШ О.В., РУСНАК М.А.	105
АДАПТИВНА МЕРЕЖА ЗА ЮНГОМ	
ЛАНЧИНЕЦЬКИЙ О.А.	106
ДОДАТОК ДЛЯ ОБМІНУ ЗНАННЯМИ	
ЛИСЕЦЬКИЙ В. С., АНТОНЮК С. В.	108
ПЛАТФОРМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕЮ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНІВ	
МАНЯВСЬКИЙ В.В., МАЛИК І.В.	109
МЕДИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ	
ЧАЙКОВСЬКА Є.Є.	112
КОМПЛЕКСНЕ УПРАВЛІННЯ АКУМУЛЮВАННЯМ У СКЛАДІ МЕРЕЖЕВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ	
СПІЖАВКА Д.І., ЛІТВІНЧУК Ю.А., ЧОБОТАРЬ О.Я.	115
РОЗРОБКА МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ БРОНЮВАННЯ РЕСТОРАНІВ	
КОЦУР М.П., ШКЛЯР О.О.	117
НАПИСАННЯ АРІ ДЛЯ ТРАНЗАКЦІЙ У МЕРЕЖІ BLOCKCHAIN SOLANA	

СЕКЦІЯ САМООРГАНІЗОВАНІ ТА САМОКОНФІГУРОВАНІ КОМП'ЮТЕРНІ І КІБЕРФІЗИЧНІ СИСТЕМИ

УГРИН Д.І., ГАЛОЧКІН О.В.	120
МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДУ РОЗВИТКУ МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ НА ОСНОВІ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ	

СЕКЦІЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

ВОЛОЩУК О.І., ФЕДОРАСЬ С.О., П'ЯСЕЦЬКА А.В., ПШЕНИЧНИЙ О.О., ХАЛАВКА Ю. Б., КОПАЧ О.В. ...	123
УСТАНОВКА ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО СИНТЕЗУ НАНОЧАСТИНОК	

**СЕКЦІЯ
КІБЕРБЕЗПЕКА**

Д'ЯЧЕНКО Л. І., ТАНАЩИШЕНА І. Є..... 126
БАГАТОФАКТОРНА АВТЕНТИФІКАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ CISCO DUO

3. A.-B. Garcia-Hernando, J.-F. Martinez-Ortega, J.-Manuel Lopez-Navarro, A. Prayati, L. Redondo-Lopez, "Problem Solving for Wireless Sensor Networks," *Springer*, 2008, 225p., ISBN: 978-1-84800-202-9.
4. R. Kumar, Sh. Charu, "Comparison between Cloud Computing, Grid Computing, Cluster Computing and Virtualization," *International Journal of Modern Computer Science and Application*, Volume No. 3, Issue No. 1, January, 2015, pp. 42-47, ISSN: 2321-2632.
5. A. Salih, A.O. Smith, "A Comparison of Grid and Cloud Computing Technology," *International Journal of Engineering Research and Development*, Volume 13, Issue 12, December, 2017, pp. 51-60, ISSN: 2278-067X.
6. K. Ahmed, Sh. Shahid, "Spatial Interpolation of Climatic Variables in a Predominantly Arid Region with Complex Topology," *Environ Syst Decis* (2014) 34: 555-563, DOI: 10.1007/s10669-014-9519-0
7. M. Konters, G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland, D.J.J. Walvoort, "A Disposition of Interpolation Techniques," *Wageningen*, 2010, Werkdocument 190, 90 p.
8. A. Turcan, V. Ababii, V. Sudacevschi, R. Melnic, V. Alexei, S. Munteanu, C. Ababii, "Smart City Services based on Spatial – Temporal Logic," *Journal of Engineering Science* 2022, 29 (3), pp. 78-85, ISSN: 2587-3474 / E-ISSN: 2587-3482, [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(3\).07](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(3).07).

UDK: 004.75; 004.522

¹**ABABII VICTOR, ¹SUDACEVSCHI VIORICA, ¹BOROZAN OLESEA,**
²**FRATAVCHAN VALERIU**

¹Computer Sciences & Systems Engineering, Technical University of
Moldova, Republic of Moldova

²Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

DECISION-MAKING SYSTEM BASED ON VOICE-EMOTIONAL COMANDS FOR EMERGENCY INTERVENTION

Abstract: *Development of new technologies, which are oriented to audio signal processing, has also launched new directions in the use thereof in various spheres of science and engineering. A very important sphere may be considered the Human-Robot interaction aimed to generate orders-fulfilment or to realize a question-answer dialog. Human voice is regarded as unique characteristics, which may serve as personal or emotional identification of human being. Hence, such characteristics are used in this thesis to generate the decision, which is based on voice and emotional orders, aiming to interfere in emergency cases, in the course of the technological process of complex robotized systems operation.*

Keywords: *Decision-Making, Robotic System, Voice-Emotions Commands, Voice Recognition, Exceptional Circumstances, Emergency Intervention, Distributed Computing, Human-Machine Interface.*

Introduction

The importance of voice processing is obvious, since it not only transmits the information or a message, but also provides extra information about the gender and voice of the speaker, his/her identity and emotional state. When classifying the emotional state of a speaker, there may be identified, as well, his/her various activities. Besides this, the speaker's emotional state, which was identified in the course of speaking, may serve as a condition for taking the decisions realized by various robotized or control systems.

Assigning a sufficient level of Artificial Intelligence to the automated and robotized systems becomes possible through realization of a Human-Machine dialogue, which would ensure the exchange of such information, which is useful for both parties engaged in the communication process. Hence, there becomes possible to realize the supervision, which is based on voice and emotional orders. As soon as the robotized systems and information technologies developed, there also evolved new techniques and models of Human-Machine (Human-Robot) interaction, which are based on Artificial Intelligence [1]. Such a tendency is also mentioned in the Strategy called Industry 4.0 [2, 3], which is expected to be realized via development of intelligent enterprises, integration of IoT and IIoT services [4] and physical cybernetic systems, and digital transformation [5].

The sources of the sound base of Human-Machine communication process comprise acquisition, processing and recognition of speech, which have such functions as transforming sound waves in a set of information comprising figures, letters, words, propositions and characteristic parameters thereof [6,7]. The examples of such kinds of systems, which are based on Human-Machine voice interaction, are provided in the theses [8,9] describing such systems that ensure the team with electronic, electric or robotic devices, as based on voice orders, to be used in different spheres.

Synthesis of the Decision-Making System Architecture

The problem of automated recognition of emotions in speech is multidisciplinary one and it is also very relevant, because it provides the perspectives for its application in various spheres of science, engineering, cyber security, access control and security of robotic systems, aimed to protect the health and life of human beings.

The most important of all above spheres is the use of automated recognition of emotions in speech for the purpose of protection of the health and life of those human beings, who are engaged in the technological process of robotized systems comprising moving mechanisms or energized devices (robotized assembly lines, conveyor lines for item assembly and classification, mobile robots, and so on) (Figure 1).

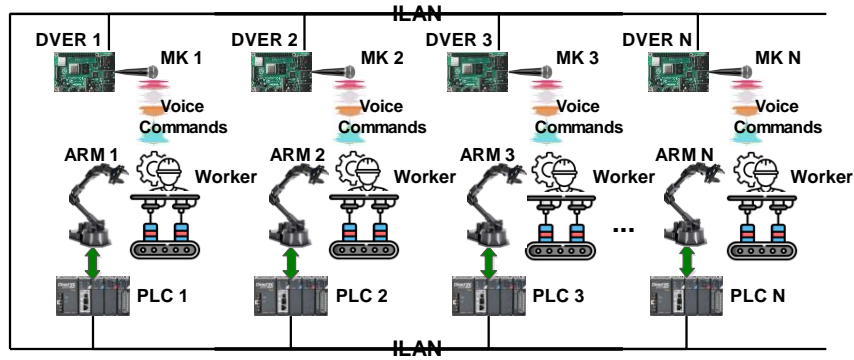


Figure 1. Example of Robotic Technological Process.

The robotized technological process comprises the following components: set of robotic arms $ARM_1 - ARM_N$ that carry on the assembling operations in conformity with the technological process; set of PLCs $PLC_1 - PLC_N$ that manage the activities of ARM robotic arms; *Worker* set of workers, who are engaged in the technological process and who finish the operations, which were not done by the set of ARM robots; set of emotional speech recognition devices $DVER_1 - DVER_N$, which a microphone is connected to $MK_1 - MK_N$, to acquire *Sound* waves that are generated by the set of workers; *ILAN* industrial network that is aimed to arrange the data exchange amongst the system components ($PLC_1 - PLC_N$ and $DVER_1 - DVER_N$).

The way of operation of the decision-making system, which is based on voice-emotional orders, is the following: in case of emergencies, the workers, who are engaged in the technological process, generate sound waves that are received by *DVER* emotional speech recognition devices. A *DVER* device, which will identify a specific order from the list of orders, will generate a pack comprising the order to stop the technological process, and will send it to *ILAN* network. Each *PLC* receives a pack with an order from *ILAN* network. Then, relying on the technological process stopping algorithm, it fulfils such an order. Hence, there are reduced severe accidents that may occur in the course of robotized technological processes.

Developing of the Decision-Making Model

This thesis provides the results of study of a technique of application of automated emotional speech recognition, aimed to protect the health and life of those human beings, who are engaged in the robotized technological processes.

The robotized technological process may be defined as $RTP = \{P_i, i=1,2,\dots,N\}$, where P_i is the set of stages (phases) of the robotized technological process. Each P_i stage is characterized by the expression $P_i = \{X_i, D_i, U_i, H_i\}$, where: $X_i = \{x_{i,j}, j=1,2,\dots,M\}$ is the vector of state of P_i stage; $D_i = \{d_{i,j}, j=1,2,\dots,M\}$ is the vector of decision-making models as defined for P_i stage; $U_i = \{u_{i,j}, j=1,2,\dots,M\}$ is the vector of interference into P_i stage; $H_i = \{h_{i,j}, j=1,2,\dots,M\}$ is the vector of decision-making models, which identifies a danger (hazard) for the human health or life, which arises in the course of P_i stage.

The general model of a robotized technological process is defined by the following expressions:

$$\begin{cases} X = \bigcup_{i=1}^N (X_i), \bigcap_{i=1}^N (X_i) \neq \emptyset; \\ D = \bigcup_{i=1}^N (D_i), \bigcap_{i=1}^N (D_i) \neq \emptyset; \\ U = \bigcup_{i=1}^N (U_i), \bigcap_{i=1}^N (U_i) \neq \emptyset; \\ H = \bigcup_{i=1}^N (H_i), \bigcap_{i=1}^N (H_i) \neq \emptyset. \end{cases}$$

The functionality of *RTP* robotized technological process is determined by U actions, which are deduced from the expression: $D_i: X_i \rightarrow U_i$. In case of emergencies, which present danger for the human health or life, the decision is taken as based on the expression: $H_i: X_i \rightarrow U_i^s$, which will switch the robotized technological process to the increased security regime, even till the stoppage of the robotized technological process.

The objectives of the research, which was carried on within this thesis, is development of H decision-making models that are launched by human vocal and emotional speech, thus ensuring the switching of the robotized technological process to the increased security regime, based on actions with U^s vector.

Emotional speech recognition devices (Figure 1) are homogenous functional modules, and they are distributed in the area of activity of those workers, who are engaged in the robotized technological process. The functions of such devices are: acquisition of the worker-generated sound, sound filtering and pre-processing in order to obtain the numeric data sequence, data memorizing and comparison thereof with the knowledge base that provides pre-defined emotional word patterns. As a consequence of such activities, there are generated the orders for interference into the robotized technological process, aiming to switching into the increased security regime. The chart of the emotional speech recognition device and generation of orders for interference in case of emergencies is presented in Figure 2.

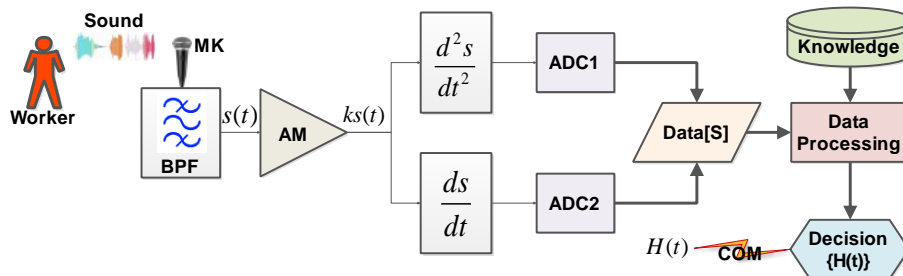


Figure 2. Diagram of the device for recognizing emotional speech.

The chart of an emotional speech recognition device comprises the following functional units: *MK* microphone perceiving sound waves, which are generated by a worker. *BPF* band-pass filter that excludes low frequencies, which are generated by the activities of the robotized technological process, and high frequencies,

which are generated by the environment. A result of the filtering operation is $s(t)$ signal, with AM amplifier of $s(t)$ sound signal, with k amplification factor. As a consequence of such amplification, we will get $ks(t)$ signal. There is also ds/dt differentiation unit that calculates the speed of variation of the sound, which was received from MK microphone. There is also d^2s/dt^2 double differentiation unit that calculates the acceleration of the sound, which was received from MK microphone. There are also two $ADC1$ and $ADC2$ analogue-digital converters that transform analogous signals into numeric approximation codes. There is $Data[S]$ memory for saving the results of analogue-digital conversion of the variation speed and acceleration of the signal, which was received from MK microphone. There is *Data Processing* data processing unit that processes and compares the data sequence from $Data[S]$ memory with the standard pattern of emotional words, which are kept in *Knowledge* knowledge base. There is *Decision* $\{H(t)\}$ decision-making unit that generates an order for interference into the operation of the robotized technological process, aiming to switching to the increased security regime or to stopping it in conformity with the stopping algorithm. There is also *COM* communication environment, which is realized on the basis of *ILAN* industrial network.

Aiming to implement an emotional speech recognition device, there was chosen Single-Board Computer *Raspberry Pi 3B+* providing any and all required resources for system development [10].

REFERENCES

1. Evgeniy Bryndin. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behavior. *Software Engineering*. Vol. 7, No. 1, 2019, pp. 1-9. DOI: 10.11648/j.se.20190701.11.
2. Rahit P. Pawar, Rushikesh S. Nikumbh. What in Industry 4.0. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Volume: 08, Issue: 04, Apr. 2021, pp. 1214-1219. ISSN: 2395-0056.
3. Evgeniy Bryndin. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. *American Journal of Information Science and Technology*, 2018; 2(1): 9-17. DOI: 10.11648/j.ajist.20180201.12.
4. Alasdair Gilchrist. *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*, 2016, 259p. ISBN: 978-1-4842-2046-7. DOI: 10.1007/978-1-4842-2047-4.
5. Luis M. Camarinha-Matos, Rosanna Fornasiero, Javaneh Ramezani and Filipa Ferrada. Collaborative Networks: A Pillar of Digital Transformation. *Appl. Sci.* 2019, 9, 5431, 33p. DOI:10.3390/app9245431.
6. Shruti Joshi, Aarti Kumari, Pooja Pai, Saiesh Sangaonkar, Melba D'Souza. Voice Recognition System. *Journal for Research*, Volume 03, Issue 01, March 2017, pp. 7-9. ISSN: 2395-7549.
7. Bharat Kumar Dhal. Controlling Devices Through Voice Based on AVR Microcontroller. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 9, Issue 3, March 2019. pp. 641-650. ISSN: 2250-3152. DOI: 10.29322/IJSRP.9.03.2019.p8790.

8. Rafael V. Araca, Aquiles F. Burlamaqui and Luiz M.G. Concalves. Method for Reading Sensors and Controlling Actuators Using Audio Interfaces of Mobile Devices. *Sensors* 2012, 12, 1572-1593. ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s120201572.
9. Javier G. Rarzuri, David Sundgren, Rahim Rahmani, Aron Larsson, Antonio Moran Cardenas and Isis Bonet. Speech emotion recognition in emotional feedback for Human-Robot Interaction. *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Volume 4, No. 2, 2015*, pp. 20-27. ISSN: 2165-4069. DOI: 10.14569/issn.2165-4069.
10. Mohammad Rafuizzaman. Feasibility and Efficiency of Raspberry Pi as the Single Board Computer Sensor Node. *International Journal of Computer Application (0976 – 8887). Volume 162 - No. 7, April 2017*, pp. 12-20.

УДК 004.85: 004.89: 519.25:519.651: 532.5.013.12: 627.152

ХОДНЕВИЧ Я.В., СТЕФАНИШИН Д.В.
ІТГІП НАНУ (Україна),

ПРО ПІДГОТОВКУ ДАНИХ ДЛЯ КОРЕКТНОГО НАВЧАННЯ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧІ ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ШОРСТКОСТІ ШЕЗІ

Розглянуто задачу упорядкування та побудови загальних правил формування навчальних і тестових вибірок даних для навчання штучних нейронних мереж, які розробляються для обчислення коефіцієнта шорсткості Шезі з врахуванням параметричної невизначеності даних про гідроморфологічні характеристики, що визначають гідравлічний опір у руслах річок. Дослідження виконано на прикладі штучної нейронної мережі прямого поширення з одним прихованим шаром та сигмоподібною логістичною функцією активації. Навчання мережі здійснювалося на реальних гідроморфологічних даних за допомогою методу зворотного поширення помилки.

Огляд проблеми. Коефіцієнт шорсткості Шезі C ($m^{1/2}/c$) є однією з інтегральних емпіричних характеристик, що виражають гідравлічний опір відкритим потокам у руслах річок [1]. Ця характеристика використовується при математичному моделюванні течій з вільною поверхнею на основі одного-двох вимірних моделей «мілкої води» (рівняння Сен-Венана), що знайшли своє застосування при вирішенні численних прикладних задач руслової гідравліки, моделювання поширення хвиль прориву гребель, паводків, руху селевих та пірокластичних потоків, транспортування забруднюючих речовин, моделювання великомасштабних атмосферних, морських і океанських течій тощо [2]. Зокрема, її використовують в популярній обчислювальній системі HEC-RAS [3], яка підтримує розрахунки профілю водної поверхні усталеного та неусталеного потоків, переносу наносів, аналізу якості води тощо.